

Membran Ultrafiltrasi Polisulfon/TiO₂ (Psf/TiO₂) Sebagai Filter Pada Pencemaran Air Oleh Bahan Bakar Solar

Ultrafiltration Membrane Of Polysulfone/ TiO₂ (Psf/TiO₂) For Diesel Fuel Polluted Water Filtration

Alfian Yulia Rahmat^{1,*}, Intan Syahbanu¹, Rudiyanasyah¹,

¹Prodi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak

*E-mail: Alfianyr26@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.26874/jkk.v3i1.46>

Received: 6 Jan 2020, Revised: 31 May 2020, Accepted: 31 May 2020, Online: 31 May 2020

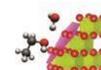
Abstrak

Membran merupakan suatu bagian yang penting dalam proses ultrafiltrasi untuk memisahkan air dari pengotornya. Umumnya membran dibuat dari polimer yang memiliki ketahanan yang baik dalam proses filtrasi. Salah satu jenis polimer tersebut misalnya polisulfon (PSF). Ketahanan fisik yang baik menjadi keunggulan PSF sebagai material dalam pembuatan membran, akan tetapi sifat hidrofobik PSF membuat kinerja membran menjadi kurang efisien. Proses *blending* dengan menggunakan TiO₂ dapat menurunkan hidrofobisitas dari PSF, akan tetapi tetap mempertahankan keunggulan dari membran tersebut. Proses *blending* dilakukan dengan metode inversi fasa. Bentuk fisik membran diamati dengan menggunakan analisis SEM dan XRD. Susunan pori pada kedua membran terlihat asimetrik namun membran PSF/TiO₂ memiliki susunan pori yang lebih teratur. Kristalinitas yang baik terlihat pada membran PSF/TiO₂ dengan ukuran kristal 27 nm sedangkan PSF murni terlihat lebih amorf. Kinerja membran dapat dilihat dengan memperhatikan beberapa parameter setelah dilakukan uji kinerja dengan menggunakan suatu emulsi solar dalam air. Beberapa parameter tersebut seperti fluks, rejeksi, dan total *fouling* setelah dilakukan proses filtrasi emulsi. Nilai fluks membran PSF/TiO₂ menunjukkan hasil yang lebih baik yaitu 21,05 L/m² jam. Rejeksi dari membran PSF/TiO₂ juga tampak lebih baik, yaitu 70,857%. Total *fouling* juga terlihat lebih baik pada membran PSF/TiO₂, yaitu 42,34%. Penambahan TiO₂ dengan komposisi 10% dari total PSF yang digunakan dapat meningkatkan kinerja serta morfologi membran sehingga menjadi lebih baik.

Kata kunci: *Filtrasi, Fluks, Membran, Polisulfon, TiO₂*

Abstract

Membrane is an important part in ultrafiltration process to split up water from its impurities. Commonly membranes are made of polymer which has adequate resistance in filtration process. One type of them is polysulfone. Good physical endurance is its supremacy as material in the manufacture of membranes. Nevertheless, the hydrophobic nature of polysulfone makes membrane performance less efficient. Blending process using TiO₂ can lessen the hydrophobicity of polysulfone, but still maintain membrane primacy. The blending process was carried out by the phase inversion method. Membrane physical structure was observed by SEM and XRD analysis. The pore arrangement on both membranes looks asymmetric. However, the PSF/TiO₂ membrane has more systematic pore disposition. Good crystallinity was noticed on PSF/TiO₂ membranes with crystal size of 27 nm whereas pure polysulfone looks more amorphous. Membrane performance can be discerned by considering various parameters after performance tests by using diesel fuel emulsion in water. Some of these parameters include flux, rejection, and total fouling after the emulsion filtration process. PSF/ TiO₂ membrane flux values



showed better results at 21.05 L/m² hour. Rejection of the PSF/TiO₂ membrane looked better as well, specifically 70,857%. Total fouling showed preferable result on the PSF/TiO₂ membrane, which was 42.34%. The insertion of TiO₂ by a composition of 10% of the total PSF used can improve membrane performance and morphology.

Keywords: Filtration, Flux, Membrane, polysulfone, TiO₂

1 Pendahuluan

Teknik pemisahan dengan menggunakan teknologi filtrasi merupakan salah satu jenis pemisahan komponen yang bersifat sangat spesifik, yaitu menahan suatu komponen dan melewatkan komponen lainnya yang tergabung dalam satu jenis campuran [1]. Membran pada umumnya dibuat dari suatu bahan polimer. Polimer dipilih karena sifatnya yang relatif kuat, hal tersebut merupakan salah satu poin yang harus diperhatikan pada proses filtrasi. Polisulfon (PSF) merupakan salah satu jenis polimer yang biasa digunakan sebagai membran. PSF banyak dipilih karena tahan terhadap temperatur, pH, dan klorin. Akan tetapi PSF memiliki sifat hidrofobik yang mengakibatkan kinerja membran dalam filtrasi kurang maksimal karena akan mengurangi nilai fluks yang berdampak pada waktu filtrasi menjadi lebih lama. Upaya dalam meningkatkan sifat hidrofilik membran yang dibuat dari bahan PSF ini dapat dilakukan melalui proses *blending* dengan suatu material yang sifat hidrofiliknya relatif lebih tinggi dari polisulfon.

Material TiO₂ dengan sifat hidrofilik yang baik dapat dipilih sebagai alternatif dalam upaya meningkatkan kinerja membran polisulfon. Penambahan TiO₂ dapat meningkatkan nilai fluks yang dapat berimbas pada waktu filtrasi menjadi lebih cepat sehingga akan lebih efisien dan efektif dalam proses filtrasi. Pembuatan *blending* membran PSF/TiO₂ menggunakan metode inversi fasa. Inversi fasa yang digunakan pada penelitian ini yaitu inversi fasa dengan perendaman dalam suatu *nonsolvent* dari komposisi membran. Hasil sintesis yang diharapkan dari penelitian ini berupa membran asimetrik dengan pola pori-pori yang teratur. Jenis membran seperti ini sangat cocok digunakan dalam filtrasi bertekanan tinggi [2]. Proses ultrafiltrasi dilakukan dengan teknik *dead end*. Pada sistem ini suatu cairan akan dilewatkan menembus membran dan akan diperoleh cairan yang disebut filtrat yang telah berhasil melewati membran tersebut [3]. Jenis emulsi yang digunakan pada penelitian ini yaitu solar dalam air

sebagai *role model* dari pencemaran perairan oleh bahan bakar solar).

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu :

2.1 Pembuatan membran PSF

Pembuatan membran PSF merujuk pada penelitian [4] yaitu dengan teknik inversi fasa. Sebanyak 4,5 g dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 70°C. PSF yang telah 2 jam dioven selanjutnya dimasukkan dalam desikator sampai dingin. PSF yang telah dingin dilarutkan dan direndam dalam NMP sebanyak 23,3 mL selama 12 jam. Campuran yang telah direndam selama 12 jam selanjutnya diaduk sampai homogen. Campuran homogen selanjutnya ditambahkan PEG 1,33 mL dan selanjutnya di tuangkan pada plat kaca. Campuran yang telah diratakan pada plat kaca dimasukkan ke dalam bak koagulasi hingga lembaran membran terbentuk. Membran yang telah terbentuk selanjutnya di kering anginkan.

2.2 Pembuatan membran PSF/TiO₂

Mengacu pada penelitian [4], membran PSF/TiO₂ dibuat dengan teknik inversi fasa. Sebanyak 4,5 g PSF dimasukkan dalam oven selama 2 jam dan selanjutnya dimasukkan dalam desikator hingga dingin. Sampel yang telah dikeringkan selanjutnya dilarutkan dengan NMP sebanyak 23,3 mL dan didiamkan selama 12 jam. Campuran yang telah didiamkan selama 12 jam distirer hingga larut sempurna. Tahap selanjutnya ditambahkan TiO₂ sebanyak 0,45 g pada campuran. Pengadukan terus dilakukan hingga campuran homogen. Campuran yang telah homogen dituangkan dan diratakan pada plat kaca, setelah rata selanjutnya dimasukkan dalam bak koagulasi dan didiamkan hingga terbentuk lembaran membran.



2.3 Uji kinerja membran

Pembuatan emulsi minyak dan air

Emulsi dibuat dengan cara mencampurkan solar sebanyak 5 mL ke dalam 500 mL air. Sebanyak 0,5 mL emulgator *Tween 80* ditambahkan dalam campuran lalu diaduk dengan *magnetic stirrer* hingga homogen.

Pembuatan reagen Sudan Blue II

Reagen *Sudan Blue* dibuat dengan cara melarutkan sebanyak 0,0021 g serbuk *Sudan Blue* ke dalam 100 mL aseton.

Pembuatan kurva standar

Kurva standar dalam analisis Spektrofotometer UV-Vis dibuat dari emulsi solar/air yang dibuat beberapa variasi konsentrasi mulai dari 3 mL, 2 mL, 1 mL, 0,75 mL, 0,5 mL, 0,25 mL dan 0 mL emulsi solar dalam 25 mL akuades. *Scanning* dilakukan pada rentang panjang gelombang 300-800 nm.

Uji Fluks

Uji fluks dilakukan dengan mengalirkan air melalui membran yang telah dipasang pada perangkat filtrasi. Tahap awal yang dilakukan untuk mengondisikan membran yaitu dengan kompaksi. Air dialirkan pada tekanan 1,5 bar hingga nilai fluks konstan. Volume air yang melewati membran ditampung pada gelas ukur dan dicatat setiap 5 menit sekali hingga menit ke-30. Selanjutnya dapat dihitung nilai fluks total dengan persamaan [5]:

$$\text{Fluks} = \frac{V}{A \cdot t}$$

dengan:

V = Volume

t = Waktu

A = Luas permukaan Membran

Uji rejeksi

Uji rejeksi dilakukan dengan menggunakan Emulsi Solar/air dalam suatu perangkat filtrasi dengan membran yang telah dikompaksi sebelumnya, filtrasi dilakukan pada tekanan 1,5 bar. Metode pemisahan ini mengacu pada metode penelitian yang dilakukan oleh [6]. Proses filtrasi dilakukan selama 1 jam dengan mencatat volume permeat setiap 5 menit. Setelah 1 jam, permeat dan emulsi yang masih tertahan pada perangkat filtrasi dianalisis dengan Spektrofotometer UV-

Vis dengan menggunakan reagen *Sudan Blue II*.

Uji karakteristik fouling

Penentuan ketahanan *fouling* membran dilakukan dengan cara menguji membran menggunakan emulsi solar. Mula-mula membran dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter 4,22 mm. potongan membran selanjutnya dimasukkan ke dalam perangkat filtrasi. Kompaksi terhadap membran dilakukan kurang lebih selama 1 jam hingga diperoleh nilai fluks yang konstan. Setelah konstan mulai ditentukan nilai fluks air selama 1 jam (JW1). Setelah diperoleh nilai JW1 selanjutnya air di dalam perangkat filtrasi diganti dengan emulsi solar. Dilakukan filtrasi selama 1 jam dan dicatat volume permeat yang diperoleh (J2). Setelah diperoleh fluks larutan umpan, larutan umpan diganti dengan menggunakan akuades dan dilakukan proses filtrasi selama 1 jam dan ditentukan nilai fluks nya (JW2).

Karakteristik *fouling* pada membran dapat ditentukan dengan menggunakan metode dan persamaan sebagai berikut [5]:

$$R_t = \left(1 - \frac{J_2}{J_{w2}}\right) \times 100\%$$

Dengan:

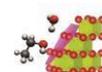
R_t = Total fouling

J₂ = Fluks permeat

J_{w2} = Fluks air setelah emulsi

3 Hasil dan Diskusi

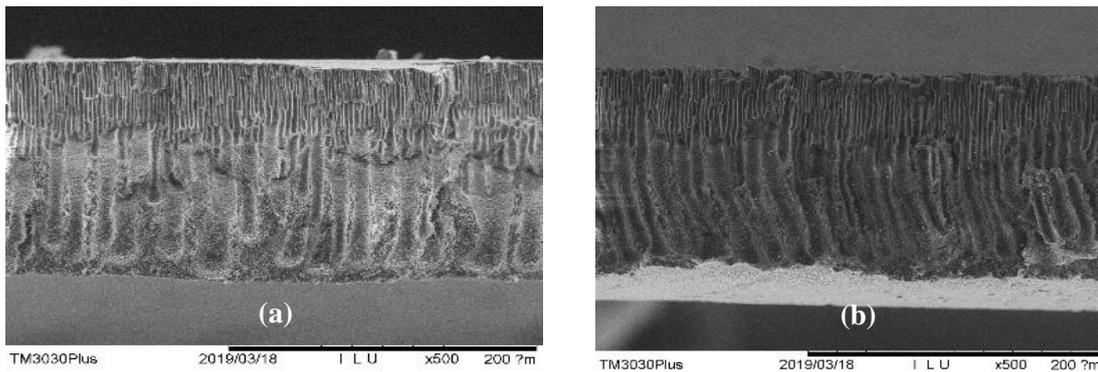
Proses sintesis membran perlu memperhatikan beberapa hal agar diperoleh suatu membran dengan permukaan dan sifat fisik sesuai dengan yang diharapkan. Selain dari komposisi membran perlakuan saat proses pembuatan juga perlu diperhatikan. Membran ultrafiltrasi dalam penelitian ini menggunakan bahan utama berupa PSF murni dan PSF yang dipadukan dengan TiO₂. Komposisi membran dibuat sama antara membran PSF murni dengan PSF/TiO₂. Sintesis membran ultrafiltrasi berbasis PSF dan TiO₂ dilakukan dengan menggunakan metode inversi fasa. Pembentukan lembaran membran dengan menggunakan metode ini dilakukan secara terkendali dari fase cair hingga menjadi lembaran membran. Gambar 1. Menunjukkan hasil dari membran PSF murni dan membran PSF yang di *blending* dengan menggunakan TiO₂.





Gambar 1. Hasil sintesis membran berbasis PSF dan TiO₂

Secara kasat mata kedua membran tampak sama dan tidak dapat dibedakan satu sama lain. Perbedaan yang signifikan dapat diamati dengan menggunakan analisis SEM. Analisis dengan menggunakan SEM akan memperlihatkan secara detail perbedaan dari kedua membran. Bentuk dan susunan pori akan tampak jelas perbedaannya. Hasil analisis dengan menggunakan SEM ditunjukkan pada Gambar 2. menunjukkan penampang melintang membran dan bentuk morfologi dari kedua membran.



Gambar 2. Penampang melintang membran (a) PSF murni dan (b) PSF/TiO₂

Hasil analisis dengan menggunakan SEM menunjukkan bentuk pori yang asimetrik antara kedua membran. Walaupun kedua membran berbentuk asimetrik akan tetapi memiliki sedikit perbedaan pada susunan pori kedua membran. Membran PSF/TiO₂ memiliki susunan yang lebih teratur dibandingkan dengan PSF murni. Bentuk

yang demikian akan membuat kinerja dari membran PSF/TiO₂ lebih maksimal dalam melakukan proses filtrasi. Efektifitas kinerja membran dapat dilihat melalui beberapa parameter seperti nilai fluks, rejeksi, dan nilai *fouling* setelah dilakukan proses filtrasi.

Tabel 1. Data uji kinerja membran PSF dan PSF/TiO₂

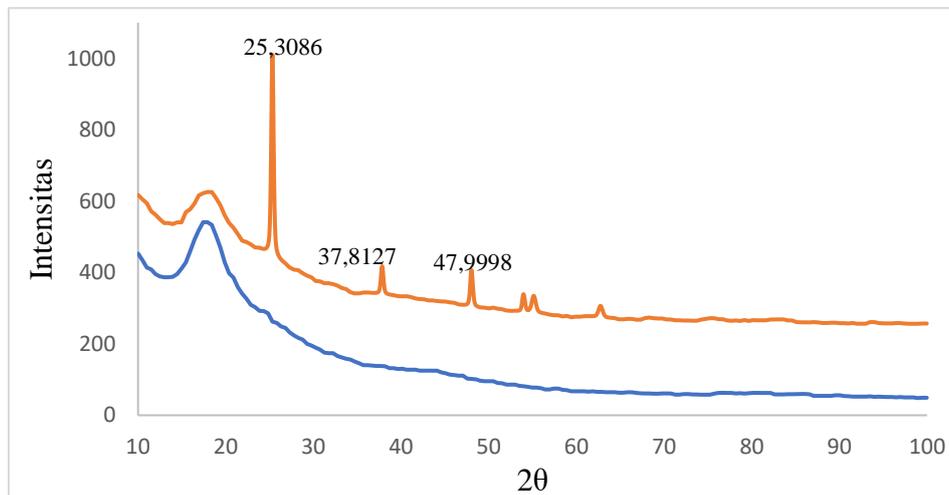
Membran	rejeksi (%)	Rata-rata (%)	Fluks (L/m ² jam)	Rata rata (L/m ² jam)	<i>Fouling</i> total (%)	Rata-rata (%)
PSF 1	65,960	55,899	0,822	0,674	60,714	68,455
PSF 2	45,838		0,526		55	
PSF/TiO ₂ 1	69,394	71,614	11,84	21,05	28,73	42,34
PSF/TiO ₂ 2	72,320		30,26		55,95	

Melalui data fluks dapat diketahui seberapa cepat proses filtrasi berlangsung. Tingkat kecepatan dari filtrasi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti morfologi membran dan juga sifat hidrofilisitas membran. Membran PSF/TiO₂ memiliki nilai fluks yang lebih tinggi dari membran PSF murni yaitu 21,05 L/m²jam berbanding 0,674 L/m²jam. Besaran nilai fluks ini dipengaruhi oleh sifat hidrofilisitas dari membran. PSF merupakan jenis polimer yang hidrofobik, PSF tersusun dari beberapa cincin aromatik dan juga gugus sulfonat yang membuat sifat hidrofobiknya menjadi besar. Dengan melakukan *blending* menggunakan TiO₂, maka sifat hidrofilik dari membran dapat meningkat. TiO₂ memiliki orbital kosong yang sangat memungkinkan dirinya untuk menarik pasangan elektron bebas unsur O yang dimiliki oleh air, dengan demikian akan memudahkan untuk mengalirkan emulsi melalui membran tersebut.

Rejeksi merupakan salah satu faktor yang dapat menjadi parameter seberapa efektif membran melakukan filtrasi. Nilai rejeksi ini dapat dilihat dari konsentrasi dari emulsi sebelum dan sesudah proses filtrasi. Konsentrasi tersebut diukur dengan menggunakan spektrofotometer

UV-Vis. Membran PSF murni memiliki nilai 55,899% sedangkan PSF/TiO₂ memiliki nilai yang lebih besar, yaitu 71,614%. Semakin besar nilai rejeksi menunjukkan semakin banyak konsentrasi emulsi yang tertahan, atau dengan kata lain permeat yang dihasilkan lebih bersih. karakteristik *fouling* perlu diperhatikan untuk melihat seberapa besar terjadi penutupan pori pori membran. Proses filtrasi bersifat sangat spesifik, yaitu dengan menahan salah satu zat dari suatu campuran dan melewatkan zat lainnya, oleh sebab itu semakin sering membran dipakai untuk melakukan filtrasi maka akan semakin banyak pengotor yang tertahan di permukaan dan pori pori membran. PSF/TiO₂ memiliki nilai *fouling* yang lebih rendah dari membran PSF, yaitu 42,34% berbanding 68,455%.

Kristalinitas membran turut berperan dalam kinerja membran. Keberadaan TiO₂ pada komposisi membran ultrafiltrasi membuat membran menjadi lebih kristalin sehingga susunan porinya lebih teratur jika dibandingkan dengan membran PSF murni. Tingkat kristalinitas tersebut diamati dengan menggunakan XRD.



Gambar 3. Difraktogram membran (a) PSF dan (b) PSF/TiO₂

Tabel 2. Hasil analisis membran PSF/TiO₂

No.	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]
1	25,3086	3,51917	391,46	0,307
2	37,8127	2,37927	56,2	0,307
3	47,9998	1,89543	76,93	0,307

Kemunculan puncak difraktogram TiO₂ diinterpretasikan dengan membandingkan posisi 2 θ hasil analisis dengan data ICDD. Selanjutnya dari data tersebut ditentukan ukuran kristal dengan menggunakan persamaan *Debye Scherrer* dan diperoleh ukuran kristal sebesar 27 nm. Kristalinitas dari membran membuat susunan pori dan bentuk morfologi dari membran menjadi lebih rapi.

4 Kesimpulan

Membran PSF/TiO₂ memiliki kinerja yang lebih baik dalam melakukan proses filtrasi. Hal ini ditunjukkan dengan beberapa nilai parameter yang lebih unggul dibandingkan dengan membran PSF murni. Beberapa parameter tersebut seperti fluks, rejeksi dan *fouling* total pada proses filtrasi. Nilai rejeksi dan fluks membran PSF/TiO₂ relatif lebih besar yaitu 71,614% dan 21,05 L/m²jam sedangkan untuk membran dengan komposisi PSF murni memiliki nilai rejeksi sebesar 48,646% dan fluks sebesar 0,674 L/m²jam. *Fouling* sebagai parameter penumpukan residu dari emulsi terlihat lebih besar pada membran tanpa TiO₂, yaitu 68,45% sedangkan untuk membran PSF/TiO₂ memiliki nilai *fouling* yang relatif lebih kecil yaitu 42,34%. Morfologi dan pori pori membran juga tampak lebih teratur pada membran PSF/TiO₂.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada Comdev dan *Outhreaching* Universitas Tanjungpura Pontianak atas dukungan berupa dana penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Rosnelly CM. Pengaruh Rasio Raditif Polietilenglikol Terhadap Selulosa Asetat pada Pembuatan Membran Selulosa Asetat Secara Inversi Fasa. *J Rekayasa Kim dan Lingkungan*. 2012.
- [2] Mulyati S, Takagi R, Fujii A, Ohmukai Y, Maruyama T, Matsuyama H. Improvement of the antifouling potential of an anion exchange membrane by surface modification with a polyelectrolyte for an electro dialysis process. *J Memb Sci*. 2012. 417–418:137–43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2012.06.024>
- [3] Japonika H. Pemisahan dengan Membran Ultrafiltrasi dalam Industri Bioproses. :1–8.
- [4] Zhong L, Gao Y, Li B, Zhang L. Preparation of hydrophilic polysulfone porous membrane by use of amphiphilic cellulose. *J Appl Polym Sci*. 2014. :n/a-n/a. <http://dx.doi.org/10.1002/app.41664>
- [5] Leng C, Han X, Shao Q, Zhu Y, Li Y, Jiang S, et al. In Situ Probing of the Surface Hydration of Zwitterionic Polymer Brushes: Structural and Environmental Effects. *J Phys Chem C*. 2014. 118(29):15840–5. <http://dx.doi.org/10.1021/jp504293r>
- [6] Chen P-C, Xu Z-K. Mineral-coated polymer membranes with superhydrophilicity and underwater superoleophobicity for effective oil/water separation. *Sci Rep*. 2013. 3:2776. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24072204>

